

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Oktober 2002 (03.10.2002)

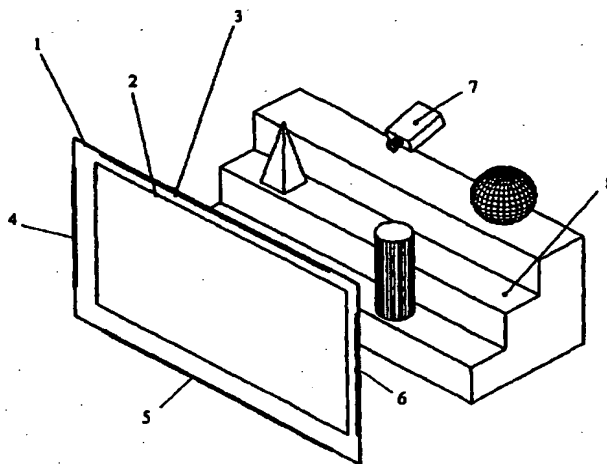
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/077915 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G06K 11/00** (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AU, CA, CN, DE, IL, IN, JP, KR, LT, PL, RU, SG, US.
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/01131
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. März 2002 (06.03.2002) (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch Veröffentlicht: — ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- (30) Angaben zur Priorität: 101 10 744.7 7. März 2001 (07.03.2001) DE
- (71) Anmelder und
(72) Erfinder: **GODLER, Franc** [DE/DE]; Grossenhainer
Strasse 19, 01968 Senftenberg (DE).
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: LARGE TOUCH-SENSITIVE AREA WITH TIME-CONTROLLED AND LOCATION-CONTROLLED EMITTER AND RECEIVER MODULES

(54) Bezeichnung: GROSSER, BERÜHRUNGSEMPFINDLICHER BEREICH MIT ZEIT- UND ORTSGESTEUERTEN SEN-
DER- UND EMPFÄNGERMODULEN



(57) Abstract: The invention enables the realization of a novel optical and electronic structure of a very large touch-sensitive area on any flat surface. The optical structure does not require any additional optical components such as lenses. Laser diodes are likewise not required for the operation of a structure of this type. Large distances and, nevertheless, high sensitivity and high resolution of the touch-sensitive area are accomplished by a novel time-control and location-control of both the emitter diodes as well as the receiver diodes or receiver photo-transistors. If still or moving images are displayed on the surface, the invention can be used as a touch screen and can interactively control the display. A central module simulates a computer mouse and a keyboard compared to that of the computer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/077915 A2



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung ermöglicht einen neuen optischen und elektronischen Aufbau eines sehr grossen berührungsempfindlichen Bereichs auf einer beliebigen ebenen Fläche. Der optische Aufbau erfordert keine zusätzlichen optischen Bauteile wie z.B. Linsen. Laserdioden sind bei dieser Betriebsart ebenfalls nicht erforderlich. Grosse Distanzen und trotzdem hohe Sensitivität und hohe Auflösung des berührungsempfindlichen Bereichs werden durch eine neue Zeit- und Ortssteuerung sowohl der Senderdioden als auch der Empfängerdioden oder Empfängerfototransistoren erreicht. Werden auf der Fläche feste oder bewegte Bilder dargestellt, kann diese Erfindung als "Touchscreen" eingesetzt werden und die Darstellung interaktiv steuern. Dabei werden von einem zentralen Modul eine Computermouse und eine Tastatur gegenüber dem Computer nachgebildet.

5

Großer, berührungsempfindlicher Bereich mit zeit- und ortsgesteuerten
Sender- und Empfängermodulen

10

Die Erfindung betrifft den optischen und elektronischen Aufbau eines sehr großen (möglich ab $0,04\text{m}^2$, typisch: $>1\text{m}^2$) berührungsempfindlichen Bereiches (auch Touchscreen genannt) auf einer beliebigen transparenten Fläche (Bildschirm), welcher dazu dient multiaktive Schaufenster, Multiaktivboxen, Infoterminals oder Sicherheitssysteme z. B. in Form von Personenschleusen aufzubauen. Zum ersten Mal wird hier die Anwendung eines Multiaktiven Schaufensters beschrieben, dessen gesamte Größe bis zu $8\text{m} \times 8\text{m}$ interaktiv gestaltet werden kann. Dabei beträgt die Auflösung der Abtastung $\pm 1,5\text{mm}$.

20

Für die Anwendung als Multiaktiv-Schaufenster (Fig.1) wird hinter der Schaufensterscheibe (1) eine Mattscheibe, Projektionsfolie oder eine andere Projektionsfläche (2) aufgehängt, die ein Teil oder die gesamte Dekoration (8) ersetzt. Darauf wird von hinten mittels eines bekannten lichtleistungsstarken Video- und Datenprojektors (7) ein großflächiges Bild projiziert (Rückprojektion). Diese Bilder werden typischerweise von einem Steuercomputer erzeugt. An der Einfassung der Schaufensterscheibe wird von außen ein vandalismusgeschützter Aufsatz angebracht. Dieser enthält spezielle Infrarot (IR) Sende- und Empfangsmodulreihen (3,4,5,6), welche das Schaufenster (den berührungsempfindlichen Bereich) mit einem unsichtbaren Lichtschrankenvorhang überziehen. Von vorne kann der Benutzer auf einen bestimmten Bereich des Bildes zeigen (Benutzereingriff). Dieser Bereich wird durch den in dieser Patentschrift beschriebenen erfindungsgemäßen Aufbau erkannt, und an den Steuercomputer weitergegeben. Dieser kann entsprechend des Nutzereingriffs den weiteren Ablauf der Bilder und Grafiken steuern. Somit ist eine interaktive, das heißt vom Benutzer gesteuerte Präsentation möglich. Dabei muß dieser Nutzereingriff nicht unbedingt auf der durch die Rückprojektion vorgegebenen Fläche liegen, sondern kann auch ein gesondert gekennzeichneteter Bereich (z.B. eine Tatstatur oder Trackball) auf der berührungsempfindlichen Fläche sein. Weiterhin kann der beschriebene Detektionsaufbau auch an anderen optischen Systemen und an Bildgeneratoren angebracht werden, welche auf Flächen Bilder erzeugen (Plasmaschirme, große Monitore, LCD-Bildschirme, Rückprojektionsboxen usw.).

40

Die im Steuercomputer verarbeitete Präsentation kann z.B. aus einer Internet-Präsentation bestehen. Das Multiaktiv-Schaufenster ist dann in seiner Funktion mit einer Computer-Maus und deren Navigationseigenschaften zu vergleichen. An stark von Fußgängern frequentierten Orten im Stadtraum kann somit erstmals kostengünstig (ohne
5 Personal und rund um die Uhr) Information und Werbung für beliebige Anbieter gestaltet werden.

Beim gegenwärtigen Stand der Technik werden berührungsempfindliche Flächen bis ca. 40" (Touchscreens) bevorzugt in der Art realisiert, dass eine Folie oder eine Anzahl von
10 dünnen leitfähigen Fäden auf der Bildfläche den Benutzereingriff (Berührung) detektiert, indem sich eine elektrische Eigenschaft der Folie oder der Fäden (z.B. Widerstand, Kapazität, Feldstärke) bei Berührung verändert, und diese Veränderung durch eine Auswertung der getrennt erfassten horizontalen und vertikalen elektrischen Signale in die genaue zweidimensionale Position des Benutzereingriffes umgerechnet
15 wird.

Die Nachteile dieser Methoden sind folgende:

- 1) Der Preis des Aufbaus skaliert stark mit der Größe des berührungsempfindlichen Bereiches. Flächen über ca. $0,5\text{m}^2$ können daher nicht preisgünstig realisiert werden.
20
- 2) Die Genauigkeit der Berührdetektion nimmt mit größer werdender Fläche ab.
- 25 3) Für die Anwendung in öffentlichen Bereichen sind die beschriebenen Methoden deswegen ungeeignet, weil sie nicht vandalismussicher sind. Das heißt, durch mutwilligen zerstörerischen Fremdeinfluß lassen sie sich leicht zerstören und genügen nicht mehr der ihnen zugedachten Funktion.
- 30 4) Die meisten Lösungen des Standes der Technik bedingen zusätzliche Schichten über dem projizierten Bild und dämpfen so die Helligkeit des Bildes.

Weitere Möglichkeiten sind die akustische (Ultraschall) Detektion der Unterbrechung, wobei weniger Sender/Empfänger als beim 2-dimensionalem Netzwerk benötigt
35 werden. Diese Technologie eignet sich aber nur zuverlässig bis zu Touchscreen-Größen von ca. $1,5 \times 1,5\text{m}^2$ und zeigt Nachteile bei der zuverlässigen Detektion eines Benutzereingriffs in den Randbereichen.

Auch gibt es aktive Detektionssysteme. Aktiv bedeutet dabei, dass der Benutzer ein
40 spezielles aktiv sendendes Zeigegerät benutzt, um den Benutzereingriff vorzunehmen (Flip-Chart). Dieses System eignet sich nicht, wenn anonyme Personen die Interaktivität z.B. des multiaktiven Schaufensters nutzen sollen.

Darüber hinaus werden für kleine Touchscreens (z.B. in Bankautomaten) Detektoren auf Basis von Infrarot-Sendern und Empfängern eingesetzt. Dabei wird die berührungsempfindliche Fläche mit unsichtbaren IR-Strahlen überzogen und die Unterbrechung einer Lichtschranke detektiert. Die Sender und Empfänger sind permanent eingeschaltet. Meist werden bei solchen Aufbauten zusätzliche Linsen zur Erhöhung der Lichtstrahlfokussierung verwendet. Damit sind nur kleine Flächen ($<0,1\text{m}^2$) detektierbar, da bei größeren Abständen von den Sende- zu den Empfangseinheiten ein starkes Übersprechen die Detektion des Benutzereingriffes verhindert und außerdem die Lichtintensität der Dioden nicht mehr ausreicht, um einen zuverlässige Detektion zu erreichen.

Es ist bekannt, z.B. für Infrarot-Leuchtdioden (IR-LED) aus Fernbedienungen, dass sich LEDs gepulst betreiben lassen, bis hin zu Tastverhältnissen von 1:100. Dies bedeutet, dass die LED das hundertfache der Zeit, welche sie angeschaltet ist (und somit Licht emittiert) ausgeschaltet ist. Dabei werden Impulsfolgen (Bursts) mit Rechtecksignalen an die Sender geleitet, die aufgrund ihrer Eigenkapazität und der pn-Übertragungseigenschaften einen mehr oder weniger sinusförmigen Lichtstrom zur Folge haben. Der elektrische Strom während der kurzen Anschaltdauer kann dann das 100-fache des nominellen Dauerstromes betragen, ohne die Lebensdauer der LED wesentlich zu beeinflussen. Damit können erheblich höhere Spitzenleistungen der Lichtabstrahlung in einem kurzen Zeitraum erreicht werden als dies bei Dauerbetrieb möglich wären.

Es ist weiterhin bekannt, dass IR-LEDs und IR-Empfänger (IR-empfindliche Photodioden, Phototransistoren oder Photowiderstände) in Lichtschranken Verwendung finden. Dabei wird die Unterbrechung der optischen Verbindung zwischen Sender und Empfänger (wenn sich Sender und Empfänger 'ansehen') bzw. die Herstellung der optischen Verbindung (wenn sich Sender und Empfänger nur sehen, falls ein dritter Gegenstand das ausgesendete Licht reflektiert) ausgewertet und z.B. festgestellt, ob eine Person durch einen bestimmten Raumbereich hindurchtritt bzw. ob sich eine Person vor einer bestimmten Stelle im Raum befindet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt

Fig. 1 einen schematischen Aufbau eines Multiaktiven Schaufensters

Fig. 2 eine Blockdarstellung einer großflächigen, interaktiven Projektion

Fig. 3 den Aufbau der zeit- und ortsgesteuerten Lichtschranken.

Die oben genannten Nachteile bisheriger Touchscreen-Lösungen für große Flächen treten bei einer erfindungsgemäßen Ausführung des Touchscreens nicht auf. In
5 Verbindung mit einer Rückprojektion mittels heutiger leistungsstarker LCD- oder DMD Video- und Daten-Projektoren lassen sich große Schaufenster zu multiaktiven Projektionsflächen umarbeiten (Fig.1), die folgenden Eigenschaften genügen:

- 1) Preiswerte Ausrüstung des Schaufensters mit einer berührungsempfindlichen
10 Fläche.
- 2) vandalismussicherer Aufbau.
- 3) Zuverlässige Detektion eines Benutzereingriffes bei einer Fingerbreite ab 10mm (Kleinkinder) mit einer Positionsauflösung von $\pm 1,5\text{mm}$ ohne jeglichen Lichtverlust
15 der Projektion.
- 4) Vollkommen automatischer Tag und Nachtbetrieb dank leistungsstarker, fernsteuerbarer Projektoren möglich.

Erfindungsgemäß werden diese Anforderungen dadurch erfüllt, daß die Detektion des
20 Benutzereingriffes durch in horizontaler und vertikaler Richtung angeordnete elektromagnetische (typischerweise im infraroten Spektralbereich) Sender und Empfänger erfolgt, welche in geeigneter Weise zeitsequentiell und ortsabhängig angesteuert werden. Diese Sender und Empfänger sind jeweils getrennt in Modulen angeordnet (Sender- und Empfängermodule Fig. 3, 300, 310), welche sich prinzipiell in
25 beliebiger Menge aneinanderreihen lassen (Fig. 2, 100, 110, 120, 130). Diese Module werden außen um den zu definierenden berührungsempfindlichen Bereich (190) angebracht, wobei die Module in großer Entfernung zu den Grenzen des Bereiches befestigt werden können (bis zu 8m voneinander entfernt), was bautechnisch die Möglichkeit erschafft, diese zu ‚verstecken‘. Da die Module in stabilen Aluminium-,
30 Stahl- oder Druckgussgehäusen eingebaut sind, ist diese Anordnung vandalismussicher. Die Sender- und Empfängermodule 300, 310 stehen sich gegenüber und ‚schauen‘ quasi über den berührungsempfindlichen Bereich 190 hinweg (der Abstand von der Schaufensterfläche beträgt dabei ca. 0,5 bis 3cm). Jedes Modul (300, 310) hat einen eigenen Mikrokontroller, der im Modul selbst angeordnet ist. Die gesamte Anordnung
35 stellt ein Multiprozessorsystem dar. Auch das Zentralmodul 140 hat einen Mikrokontroller mit größerer Leistungsfähigkeit gegenüber den Modulkontrollern (größere RAM-Kapazität, höhere Clockfrequenz, größerer Flash-RAM). Die Sendermodule 300 erhalten ihre Steuersignale vom Zentralmodul 140. Die Messsignale der Empfangsmodule 310 werden, statistisch ausgewertet, an das Zentralmodul 140
40 übermittelt.

Das Zentralmodul 140 stellt sich die gesamte interaktive Fläche zusammen und erkennt einen gültigen Benutzereingriff. Dieser wird z.B. in einem speziellen Protokoll (z.B.

serielle Standardschnittstelle für Maus) an den PC ausgegeben. Andere Ausgabearten wie x-, y-Koordinaten (für Spiele-Konsolen) oder PS2-Maus-Emulation sind durch den angeschlossenen PC einstellbar. Das Zentralmodul erlaubt aufgrund der Mikrokontrollerschaltung die Implementierung beliebiger Maus-Protokolle oder serielle Übertragungsprotokolle. Die Daten werden an den die Präsentation steuernden Steuercomputer 220 übertragen.

Eine bevorzugte Ausführung der Erfindung wird im Folgenden beschrieben (Fig. 2, Fig. 3):

Der Touchscreen besteht aus IR-Sende- und IR-Empfangsmodulen (300, 310), die zu jeweils einer horizontalen und einer vertikalen Sende- und Empfangsmodulreihe (100, 110, 120, 130) zusammengesteckt werden. Dabei muss die Anzahl der aktiven Sendemodule in horizontaler (bzw. vertikaler) Richtung n (bzw. m) mit der Anzahl der aktiven Empfangsmodule in horizontaler (vertikaler) Richtung übereinstimmen. Allerdings kann m ungleich n sein. Es lassen sich also beliebige rechteckige Bereiche 190 definieren. Im bevorzugten Beispiel sollte n, m nicht größer als 16 sein. Zum Beispiel bei einer Baulänge der Module von 16cm (16 Sender 300 bzw. Empfänger 310 sind auf einem Modul zusammengefasst, der Abstand der Sendedioden bzw. Empfangstransistoren auf je einem Modul ist 10mm) können in diesem Ausführungsbeispiel Benutzereingriffe auf einer maximalen Fläche von $2,56 \times 2,56 \text{ m}^2$ ($6,55 \text{ m}^2$) detektiert werden. Prinzipiell sind größere Flächen mit einer erfindungsgemäßen Ausführung möglich. Die Sende- und Empfangsmodulreihen (100, 110, 120, 130) müssen nicht direkt am berührungsempfindlichen Bereich 190 befestigt werden, sondern können von ihm noch einen prinzipiell beliebigen Abstand aufweisen (Fig. 2). Die jeweils 2 Sende- und Empfangsmodulreihen (welche wiederum aus jeweils n bzw. m Modulen bestehen) sind mit einem Zentralmodul 140 verbunden. In der bevorzugten Ausführung der Erfindung merkt das Zentralmodul 140 selbstständig, aus wie vielen Modulen die Einheiten in x-(horizontal) und y-(vertikal) Richtung bestehen.

In dieser bevorzugten Ausführung ist vorgesehen, dass sich neben dem aktiven Bereich 190, welcher durch die Größe des projizierten Bildes vorgegeben ist, noch ein weiterer berührungsempfindlicher Bereich 170 definieren lässt, welcher als Tastatur oder/und Trackball zur Dateneingabe an den Steuercomputer (PC) 220 genutzt werden kann. Dadurch ergeben sich im gesamt-möglichen berührungsempfindlichen Bereich erlaubte (180 und 170) und nicht erlaubte (175) Zonen. Die Verbindung vom Zentralmodul 140 zum Steuercomputer (PC) 220 wird in dieser Ausführung über zwei Schnittstellen eine funktioniert als Maus 150, eine als Tastatur 160 und einen Tastatur-, Maus- und Monitorumschalter 210 hergestellt. Eine zusätzliche Maus 250 und eine zusätzliche Tastatur 240 können zur Einrichtung des Gesamtsystems direkt am Ort des Steuercomputers (PC) 220, der in einem anderen Raum stehen kann, installiert sein.

Im folgenden wird die Art der Ansteuerung der einzelnen Sende-Dioden und Empfangs-Fototransistoren (320, 330) beschrieben. Statt der Fototransistoren können natürlich auch andere optische Empfänger wie z. B. Fotodioden oder Fotoelemente eingesetzt werden. Die Ansteuerung zeichnet sich durch folgende grundsätzliche Eigenschaften

5 aus:

- 1) Es werden immer nur ein gegenüberliegendes Paar 340 Sende-/Empfangsdioden einer Sende-/Empfangseinheit eingeschaltet. Das heißt, eine Sende-Diode sendet ihr (im allgemeinen) IR-Licht aus, während in diesem Zeitraum t_D nur die
10 gegenüberliegende Empfangsdiode eingeschaltet ist (nur deren Signalverstärker verstärkt das ankommende Signal). Nach einer gewissen Zeit Δt_{diode} wird dieses Paar ausgeschaltet und das nächste eingeschaltet. Ist ein Umlauf (Scan) über alle Diodenpaare beendet, fängt man wieder mit dem ersten Paar an. Sinnvollerweise
15 scannt man die horizontalen und die vertikalen Dioden gleichzeitig (so dass immer zwei Sendedioden und zwei Empfangsdioden eingeschaltet sind, eine aus der horizontalen und eine aus der vertikalen Sende-/Empfangseinheit). Die Reihenfolge der einzuschaltenden Dioden ist völlig willkürlich, sollte aber der Einfachheit der Ansteuerung halber hintereinander liegen. Ein typischer Wert für Δt_{diode} liegt zur
20 Zeit bei 200µs. Eine schnellere oder langsamere Ansteuerung bei anderen Anwendungen (z. B. Sicherheitstechnik, Überwachungsbereiche) ist möglich. Bei maximal benutzten 16 Modulen a' 16 Dioden ergeben sich somit 256 Dioden pro Sende-/Empfangseinheit und eine Zeit von ca. 50ms für einen Scan (dies entspricht einer Gesamtscanfrequenz von ca. 20Hz).
- 2) Der paarweise Betrieb der Sende- und Empfangsdioden erspart die Verwendung von
25 aufwendigen Optiken zur Fokussierung des abgestrahlten Lichtes. Diese wäre ansonsten notwendig, um über solche großen Distanzen ein Übersprechen zwischen den Empfängern zu verhindern. Aus dem gleichen Grund reichen auch einfache IR-Dioden mit geringem Öffnungswinkel aus, es werden keine Laserdioden benutzt
30 (welche um ein vielfaches teurer wären).
- 3) Während der kurzen An-Zeit Δt_{diode} einer Sendediode 320 wird diese aber mit einem
35 mehrfachen der nominellen Dauerleistung betrieben (Strom- oder Spannungsgeregelt). Die Lichtemission in der Zeit Δt_{diode} liegt also ein mehrfaches über ihrer nominellen Dauer-Lichtleistung. Da jede IR-LED die restliche Zeit eines Scans ausgeschaltet ist, bedeutet dies keine Einschränkung der Lebensdauer der Dioden. Aus diesem Grund kann der Abstand der Sende- und Empfangseinheiten zur berührungsempfindlichen Fläche groß sein (bis 8 m Gesamtabstand wurden
40 bereits demonstriert). Da die Sende- und Empfängerreihen die Abtastung großer empfindlicher Flächen ermöglichen sollen, ist eine normale gepulste Lösung, wie sie in Fernbedienungen mit normaler Rechteckspannungsaussteuerung oder gar sinusförmiger Ansteuerung vorkommt, nicht mehr möglich. Hier muss die Diode als

- 5 Bauteil mit Sperrschichtkapazität, Ladungsträgerlebensdauer und Ladungsträgerbeweglichkeit betrachtet werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, beim Einschalten eine massive Übersteuerung durch die Einschaltspannungsamplitude und durch eine Anstiegszeit, die im Bereich einiger ns
10 liegt, zu erzeugen. Um solch ein Ansteuerverhalten zu erzielen, können verschiedene Methoden wie z.B. die Verwendung von leistungsstarken, schnellen Schalttransistoren oder entsprechender Logik mit Nachdifferenzierung und Verstärkung verwendet werden. Durch diese Übersteuerung ist bei der normalen LED keine Pulsfolge im kHz-Bereich möglich, da es zu viele Ladungsträger im pn-Übergang gibt. Eine Pulsfolge mit dieser Ansteuerung ergibt einen einzelnen Lichtblitz der im Bereich von μs nach Abschalten der Pulsfolge abklingt. Um diese Eigenschaft zu vermeiden, muss die Senderdiode nach der Übersteuerung direkt wieder von Ladungsträgern entladen werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie z.B. den Einsatz eines zusätzlichen Entladetransistors oder
15 einfach eines parallelen Lastwiderstandes. Das Ergebnis ist die Generierung kurzer sehr intensiver Lichtblitze, die als Folge (Burst) ausgestrahlt werden und die später im Empfänger als Basis für einen hohen Signal-Rauschabstand sorgen. Die auf den Sendermodulen vorhandenen Mikrokontroller erlauben beide Steuerungen individuell einzustellen, um eventuelle Reflexionen auf der Schaufensterscheibe oder Projektionsebene zu minimieren. In der bevorzugten Ausführung der Erfindung werden je nach Größe der interaktiven Fläche 10 – 15 Impulse pro Burst abgestrahlt.
- 20 4) Die IR-LEDs 320 werden während ihrer An-Zeit nicht mit einer konstanten Leistung betrieben, sondern im sogenannten Burst-Mode. Das heißt, sie werden mit einer Frequenz f betrieben, welche deutlich über der Frequenz der Weiterschaltung der Dioden liegt $f \gg 1/\Delta t_{\text{diode}}$. Typischerweise liegt diese Frequenz im kHz-Bereich.
- 25 5) Die Verstärkungsschaltung der Detektoren 330 in der Empfangseinheit weist einen hohen Dämpfung (geringe Verstärkung) für Frequenzen ungleich der Burst-Frequenz f auf, aber eine niedrige Dämpfung (hohe Verstärkung) bei der Burst-Frequenz f . Deshalb werden Lichteinflüsse der Umgebung (Tageslicht, 50Hz Brummfrequenz von Netzspannungslampen etc.) effektiv unterdrückt. Die Eingangsschaltung der Empfänger hat jedoch keinen normalen Filter (LC, RC) als Arbeitswiderstand, sondern verwendet nur eine Induktivität als Arbeitswiderstand. Dadurch ergeben sich zwei wesentliche Vorteile: Erstens ist eine Störung durch Gleichlicht (Tageslicht, Straßenlampen) oder Licht mit Amplitudenmodulation in kleinen Frequenzbereichen (50Hz, 100Hz) nicht mehr möglich. Die Spule wirkt in diesem Fall wie ein Kurzschluss. Zweitens wird der Arbeitspunkt der Fototransistoren selbst bei starker Sonneneinstrahlung nicht so weit verschoben, dass eine
30 Nutzsignaldetektion nicht möglich ist. Zur Burstanalyse wird kein Filter oder PLL-System verwendet. Nach der Einschwingzeit wird ein Integrator eingeschaltet, der eine stufenlose Mittelwertbildung erlaubt. Die Integrationszeit hat ein Verhältnis
- 35 40

von 1:3 zur Gesamtzeit eines Bursts. Über einen Komperator erhält man damit eine nahezu 100%-ige Nachweiswahrscheinlichkeit der Unterbrechungen der Lichtschranke bei großen Abständen zwischen Sender und Empfänger. Die Empfängerbausteine lassen sich mit Hilfe der Mikrokontroller in ihrer Empfindlichkeit durch den Beginn der Integration und durch die Dauer der Integration bezogen auf die Burstzeit beeinflussen. Dies erlaubt eine flexible und automatische Anpassung an die Gesamtentfernung der Sender- und Empfängerreihen.

6) Zur weiteren Steigerung der zuverlässigen Detektion auch schmalerer Unterbrechungen) und des Auflösungsvermögens (Ortsauflösung der Detektion der Unterbrechung) kann nicht nur die dem aktuell operierenden Empfänger genau gegenüberliegende Diode (Paar 340) eingeschaltet werden, sondern auch deren unmittelbare Nachbarn. Die Sender-An-Zeit verringert sich dann auf 1/3 der Empfänger-An-Zeit. Andere zeitliche Folgen/Ortskombinationen sind ebenfalls möglich. Für eine Berührung der interaktiven Fläche wird meistens nur ein Finger (Zeigefinger) benutzt. Der Zeigefinger von Kleinkindern hat einen mittleren Durchmesser von 10mm, der von Erwachsenen ca. 18mm. Der Abstand der Lichtschranken beträgt in x- und in y-Richtung 10mm. Im Normalfall unterbricht ein Erwachsener immer mehr als eine Lichtschranke und kann daher zu 100% nachgewiesen werden. Ein Kleinkind kann im schlimmsten Fall einen Finger zwischen zwei Lichtschranken halten, so dass die Restlichtstrahlung wie bei einer einseitigen Blendenabschattung immer noch vom Empfänger gesehen wird.

Um eine höhere Nachweiswahrscheinlichkeit bei kleineren Objekten, die den Strahlengang unterbrechen können, zu erzielen, werden folgende Steuerungen der Empfänger und Sender ermöglicht. Ausgehend von Sender-LEDs mit 5mm Ø, 10mm Abstand zur Nachbar-LED und einem Öffnungswinkel von $\pm 8^\circ$ wurden folgende Ergebnisse für die statistische Auswertung ermittelt, um eine Unterbrechung mit 100% Sicherheit an beliebiger Position innerhalb des aktiven Bereichs auszulösen (Auflösung des Ortes $< \pm 1,5\text{mm}$).

a) Eingeschaltet werden während der Integrationszeit:

Empfänger n und Sender n fortlaufend: Die Fingerdicke muss mindestens 15mm im gesamten interaktiven Bereich sein, um sie zu 100% mit einer Auflösung von $\pm 1,5\text{mm}$ mit Zusatzauswertung im Zentralmodul 140 (Zusatzauswertung wird weiter unten beschrieben) nachzuweisen.

b) Eingeschaltet werden während der Integrationszeit des Empfängers n nacheinander die Sender n-1, n und n+1. Die Empfängersignale werden in Abhängigkeit davon, welcher Sender gerade aktiv ist, ausgewertet.

c) Eingeschaltet werden während der Integrationszeit des Empfängers n nacheinander die Sender $n-3, n-1, n, n+1, n+3$. Die Empfängersignale werden in Abhängigkeit davon, welcher Sender gerade aktiv ist, ausgewertet.

5 Beliebige weitere Kombinationen der Senderansteuerung relativ zum Empfänger sind denkbar. Die Burstanschaltdauer wird dabei entsprechend verlängert. Da der Gesamt-
abstand der Sender- und Empfängerreihen zueinander meist größer ist als
das projizierte Bild und damit der gewünschte interaktive Bereich, ist in den
meisten Fällen die Ansteuerung nach Methode b) die sinnvollste. Durch die
10 Mikrokontrollertechnik lässt sich bei Bedarf aber auch Version a) oder c) einstellen.
Andere Einstellungen der Gesamtsteuerung sind möglich. Alle Steuerungen außer 1)
erlauben die sichere Detektion von Fingerdicken > 10 mm.

7) Befinden sich die Sende- und Empfängereinheiten (100, 110, 120, 130) in einem
15 großen Abstand zueinander und direkt vor einer stark reflektierenden Fläche
(Schaufenster), so kann man zusätzlich zur elektronischen Regelung die Sende- und
Empfangsmodule (300, 310) so in ein Gehäuse einbauen, dass eine Blende nur in
der Fläche der Projektion entsteht, die verhindert, dass das abgestrahlte Licht der
Sendedioden die reflektierende Fläche erreicht, und somit eine Strahlunterbrechung
20 und damit Detektion verhindert. Diese Blende kann auch als Einzelteil montiert
werden.

8) Zusätzlich zur Kombination der relativen Senderumschaltung bezogen auf die
Integration eines Empfängers die die Nachweiswahrscheinlichkeit kleinerer Objekte
25 wesentlich erhöht, wird im Zentralmodul 140 eine grundsätzliche Statistik über
Unterbrechungen der Lichtschranken örtlich und zeitlich geführt. Damit ergibt sich
eine höhere Auflösung der Abtastung bis auf ca. 1mm. Eine Mittelwertbildung der
Unterbrechungen über 3 benachbarte Lichtschranken und zusätzlich eine zeitliche
Analyse über 3 Abtastungen in Folge erlauben die sichere Detektion des Benutzers
30 und des Eingriffsortes. Zusätzlich werden kurze Störungen wie z.B. Insekten
ausgeschlossen. Längere Störungen (lichtundurchlässiger Gegenstand auf einem
Lichtschrankenbereich) können nach der Erkennungszeit (20 – 40s) ebenfalls
ausgeblendet werden. Zusätzlich wird ein Ereignis nur als wahr interpretiert, wenn
x- und y-Lichtschranken für eine Mindestzeit unterbrochen sind.

35 9) Das Zentralmodul 140 emuliert eine serielle Standardmaus gegenüber dem
Steuercomputer (PC) 220. Damit ist dieses System als Maus sofort für alle
Betriebssysteme (z.B. Windows 95/98/2000 oder Linux) und Computertypen (z.B.
PCs, Workstations) einsetzbar. Verlässt der Benutzer den interaktiven Bereich an
40 einer Position x_1, y_1 , so wird an dieser Stelle vom Zentralmodul an den
Steuercomputer das Drücken der linken Maustaste gemeldet. Da das Zentralmodul
mit einem Mikrokontroller aufgebaut ist, ist in der Firmware zusätzlich die

Emulation der direkten Ausgabe der x- und y-Koordinaten für Videospiele oder einer PS2-Maus abrufbar. Andere Schnittstellenprotokolle sind durch den Steuercomputer jederzeit auf das Zentralmodul ladbar. Zusätzlich zur Mausemulation kann das Zentralmodul 140 bei Bedarf eine Standard-IBM-Tastatur (150, 160) emulieren.

Ein typischer Benutzereingriff und seine Detektion sehen dann so aus:
Der Benutzer nähert sich mit seinem Finger der berührungsempfindlichen Fläche (Schaufenster), um einen über den Projektor dargestellten Bildbereich zu berühren. Ab einem bestimmten Umlauf des Scans aller Sende- und Empfangsdioden werden mehrere Empfangsdioden in waagerechter und senkrechter Richtung eine Lichtunterbrechung feststellen. Diese Information wird im Zentralmodul 140 zu einer Position der Benutzerunterbrechung umgerechnet und kann dem Steuercomputer z.B. als Position des Mauszeigers übermittelt werden. Beim nächsten Scan-Umlauf befindet sich der Schwerpunkt der Unterbrechung evtl. an einer anderen Position (da ein Scan nur 1/20 Sekunde dauert, wird sich die Position der Unterbrechung nur langsam verändern). Wird ab einem bestimmten Scan keine Unterbrechung mehr festgestellt, so hat der Benutzer seinen Finger aus der sensitiven Zone entfernt. Diese Aktion kann dem Steuercomputer vom Zentralmodul als Mausklick übermittelt werden. Daraufhin kann der Steuercomputer einen entsprechend dem Mausklick neuen Bildinhalt über den Projektor auf der berührungsempfindlichen Fläche darstellen.

Erfindungsgemäß sind auch Ausführungen, bei denen die Anzahl der Sende- und Empfangsdioden in den Sende- und Empfangseinheiten nicht gleich ist. Bei großen Abständen von der Sendeeinheit zur berührungsempfindlichen Fläche können so Sendedioden eingespart werden. Die Auflösung wird dann durch den Abstand der Empfangsdioden festgelegt.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführung bestünde darin, dass die Sende- und Empfangsdioden nicht in verschiedenen Modulen und Sende- und Empfangseinheiten angeordnet sind, sondern abwechselnd oder parallel auf einer Seite. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich dann entweder eine spiegelnde oder eine absorbierende Einheit. Die Detektion im ersten Fall ist ganz analog zur oben beschriebenen. Zur Detektion im zweiten Fall wird dann das vom Benutzereingriff (typischerweise ein Finger) rückgestreute Licht verwendet (keine Lichtschrankenunterbrechung wird detektiert, sondern die Lichtschrankenschließung). Die Absorptionsvorrichtung im gegenüberliegenden Bereich verhindert ein unbeabsichtigtes Schließen der Lichtschranken. Die Ansteuerung benachbarter Sende- und Empfangsdioden folgt ansonsten dem in den Punkten 1-8 beschriebenen Weg.

Eine bevorzugte Ausführung des Einbaus der berührungsempfindlichen Fläche wäre die in Fig. 1 dargestellte. Dabei beleuchtet ein Daten- und Videoprojektor von hinten eine hinter einem Schaufenster befindliche Rückprojektionsfläche (normaler Mattscheibe, holografische Rückprojektionsscheibe z.B. HoloPro[®] von Pronova zur besseren Unterdrückung des Umgebungslichtes). Auf dem Schaufenster wird die berührungsempfindliche Fläche aufgebaut. Die Halterungen der Sende- und Empfangseinheiten lassen sich im Rahmen der Schaufensterscheibe 'verstecken'. Für eine typische Projektionsfläche von 1,6m², einer Transmission der Mattscheibe von 50%, einem Lichtverstärkungsfaktor der Mattscheibe in Vorwärtsrichtung von 2, einer Umgebungsleuchtdichte auf dem Schaufenster von 2000 Lux (schattiger Außenbereich) und einem Reflektionsgrad für dieses Licht von ca. 35%, benötigt man eine Projektor mit einer Lichtleistung von ca. 2300 ANSI-Lumen, um auf der Mattscheibe doppelt so viel Licht, wie das Umgebungslicht zu erzielen. Bei Verwendung einer HoloProTM-Scheibe ist dieses Verhältnis noch günstiger. Ein berührungsempfindliches Schaufenster lässt sich also überall im Außenbereich zur Werbung einsetzen, sei es in Fußgängerzonen, auf Messen, in Autohäusern etc. Weitere Anwendungen der berührungsempfindlichen Fläche sind große geschlossene Rückprojektionsboxen (Multiaktivboxen) oder kleinere Infoterminals in Bahn- oder Flughäfen.

Bezugszeichenliste

Fig. 1

- | | | |
|----|---|-------------------------------|
| 5 | 1 | Glasscheibe des Schaufensters |
| | 2 | Projektionsfläche |
| | 3 | Leiste mit Empfängermodulen |
| | 4 | Leiste mit Empfängermodulen |
| | 5 | Leiste mit Sendermodulen |
| 10 | 6 | Leiste mit Sendermodulen |
| | 7 | Video-Datenprojektor |
| | 8 | Dekoration |

Fig. 2

- | | | |
|----|-----|---------------------------------|
| 15 | 100 | Leiste mit Sendermodulen |
| | 110 | Leiste mit Empfängermodulen |
| | 120 | Leiste mit Sendermodulen |
| | 130 | Leiste mit Empfängermodulen |
| | 140 | Zentralmodul |
| 20 | 150 | Mausausgang |
| | 160 | Tastaturausgang |
| | 170 | Folie mit Tastaturabbildung |
| | 175 | nicht benutzter Bereich |
| | 180 | Projektionsfläche (Bildfläche) |
| 25 | 190 | berührungsempfindlicher Bereich |
| | 200 | Video-Datenprojektor |
| | 210 | Maus-Tastatur-Monitorumschalter |
| | 220 | Computer |
| | 230 | Monitor |
| 30 | 240 | Tastatur |
| | 250 | Maus |
| | 260 | Drucker |
| | 270 | Kartenleser |
| | 280 | LAN-Anschluss |

35

Fig. 3

- | | | |
|----|-----|--|
| 40 | 300 | Sendermodul |
| | 310 | Empfängermodul |
| | 320 | Senderdioden |
| | 330 | Empfänger-Fototransistoren oder Dioden |
| | 340 | Sender-Empfängerpaar |
| | 350 | IR-Lichtstrahl |

5

Patentansprüche

- 10 1. Großer, berührungsempfindlicher Bereich (Touchscreen), dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion eines Benutzereingriffes vorgesehene Licht ausstrahlenden Sender und dieses Licht detektierende Empfangsdioden/Fototransistoren in senkrechten und waagerechten, einander gegenüberstehenden Sende- und Empfangseinheiten angeordnet sind, jeweils ein Sender und eine Empfangodiode/Fototransistor optisch in einer direkten paarweisen Beziehung
- 15 zueinander stehen, dass die Detektion eines Benutzereingriffes durch fortlaufend wiederholtes zeit- und ortssequentielles An- und Ausschalten einzelner Sender und Empfangsdioden/Fototransistoren erfolgt, dass dabei jeweils ein Sender und eine Empfangsdiode/Fototransistor paarweise angesteuert werden, dass zur Auswertung und Auflösungserhöhung auch die Signale von Sendern herangezogen werden, die
- 20 benachbart sind zu dem direkten Sender und dass alle elektrischen Signale der Empfangsdioden/Fototransistoren in einem Zentralmodul zusammengeführt sind, sowie die Sender von diesem Zentralmodul aus angesteuert werden, derart, dass die Sender während einer Auswerteperiode eine Vielzahl von Impulsen aussenden, deren integrative, quantitative Auswertung ein Maß für die Lage der Unterbrechung
- 25 der Lichtschranke ist und eine Relativangabe über die Lage der Unterbrechung des Lichtstrahles bezüglich der direkten Sender ist.
- 30 2. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendedioden während ihrer kurzen An-Zeit mit höherer Leistung als ihrer nominellen Dauerleistung betrieben werden.
- 35 3. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlänge der verwendeten elektromagnetischen Strahlung im infraroten Spektralbereich liegt und die Sende- und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren dieses aussendende bzw. empfangende Halbleiterbauelemente sind.

4. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sende-Dioden während ihrer An-Zeit mit einem Burst-Signal betrieben werden, dass heißt, dass das sie steuernde elektrische Wechsel-Signal eine höhere Frequenz f aufweist, als die Wechsel-Frequenz der nacheinander angesteuerten Dioden der Sendeeinheiten, wobei zur schnellen Übersteuerung Maßnahmen wie Erhöhung der Einschaltspannungsamplitude / Spannungsanstiegszeit und zwangsweise Entladung der Senderdioden von Ladungsträgern nach dem Übersteuerungsimpuls benutzt werden.
5. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkerschaltung der Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren eine große Verstärkung für die Burst-Frequenz f aufweist und ansonsten eine hohe Dämpfung ermöglicht durch einen induktiven Arbeitswiderstand gefolgt von einem Integrator.
6. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nicht nur die zu einer Empfangs-Diode oder -Fototransistor optisch paarweise angeordnete Sendediode während der An-Zeit der Empfangs-Diode oder -Fototransistor aktiv ist, sondern auch zusätzliche benachbarte Sendedioden.
7. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass vor den Sendedioden und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren eine optische Blende angeordnet ist.
8. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die optische paarweise Beziehung der Sendedioden und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren durch gegeneinander positionierte Sende- und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren in einander gegenüberliegenden Sende- und Empfangseinheiten vermittelt wird.
9. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die optische paarweise Beziehung der Sende- und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren durch nebeneinander positionierte Sende- und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren in einer gemischten Sende- und Empfangseinheit und einer gegenüber positionierten Spiegelfläche vermittelt wird.

10. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die optische paarweise Beziehung der Sende- und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren durch nebeneinander positionierte Sende- und Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren in einer gemischten Sende- und Empfangseinheit und einer gegenüber positionierten absorbierenden Fläche vermittelt wird.
11. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamt-Anzahl der Sendedioden in den Sendeeinheiten genau gleich oder ungleich der Anzahl der Empfangs-Dioden oder -Fototransistoren in den Empfangseinheiten ist.
12. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor des Zentralmoduls aus den digitalen Empfangsmodulsignalen über eine statistische Auswertemethode den Ort des Benutzereingriffes berechnet.
13. Ein berührungsempfindlicher Bereich nach Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul jede beliebige Schnittstelle gegenüber einem angeschlossenen Computer simulieren kann.

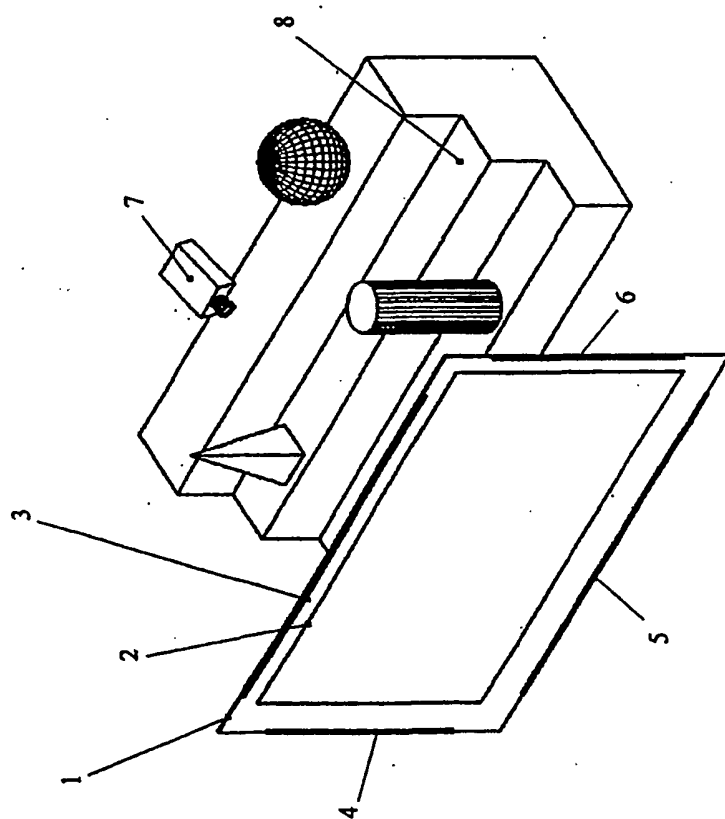


Fig. 1

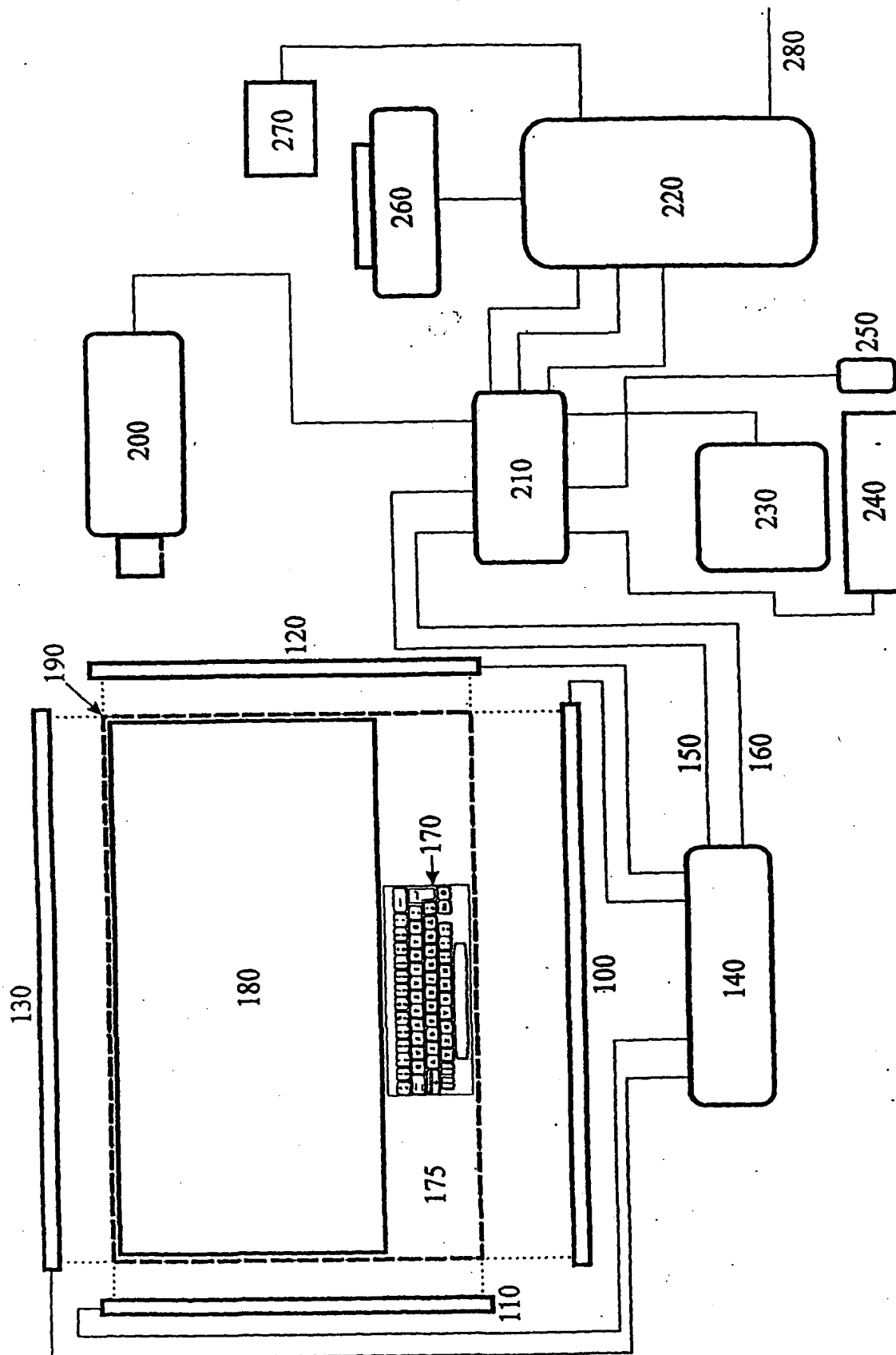


Fig. 2

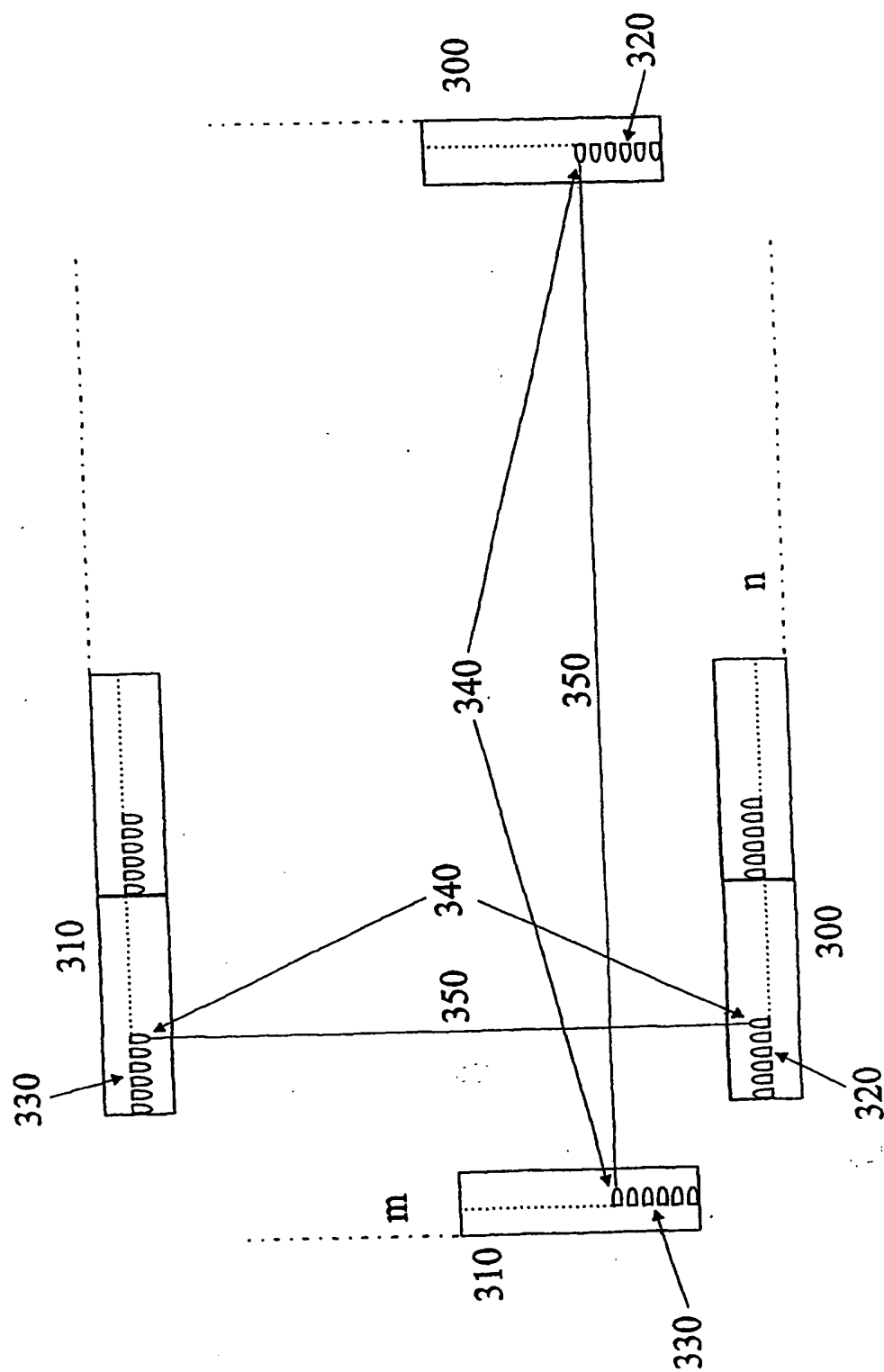


Fig. 3